

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. Juli 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/055370 A2

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F04B 27/08

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014150

(22) Internationales Anmeldedatum:  
12. Dezember 2003 (12.12.2003)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 58 311.0 13. Dezember 2002 (13.12.2002) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): LUK FAHRZEUG-HYDRAULIK GMBH & CO. KG [DE/DE]; Georg-Schaeffler-Strasse 3, 61352 Bad Homburg v.d.H. (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): SEIPEL, Volker [DE/DE]; Darmstädter Strasse 49 a, 64404 Bickenbach (DE). PARSCH, Willi [DE/DE]; Ernsthöfer Strasse 70, 64342 Seeheim (DE). WEBER, Georg [DE/DE]; Im Kammereck 49 A, 63329 Egelsbach (DE). BARTH, Peter [DE/DE]; Kronenstrasse 11 a, 33602 Bielefeld (DE). WITTKOPF, Henry [DE/DE]; Ernst-Zielinski-Strasse 23, 07745 Jena (DE). KUHN, Peter [DE/DE]; Prakelstrasse 61, 69469 Weinheim (DE).

(74) Anwalt: DUSCHL, Edgar; Luk Lamellen Und Kupplungsbau Beteiligungs KG, Industriestrasse 3, 77815 Bühl (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT (Gebrauchsmuster), AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ (Gebrauchsmuster), CZ, DE (Gebrauchsmuster), DE, DK (Gebrauchsmuster), DK, DM, DZ, EC, EE (Gebrauchsmuster), EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK (Gebrauchsmuster), SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

WO 2004/055370 A2

(54) Title: AXIAL PISTON MACHINE

(54) Bezeichnung: AXIALKOLBENMASCHINE

(57) Abstract: The invention relates to an axial piston machine, in particular, an air-conditioning compressor for motor vehicles, with at least one piston (1, 40, 101), an essentially cylindrical piston shaft (3, 42, 102) and an enclosure (5, 44, 104), which encloses a tilt ring (82) or a tilt disc (106) and a piston slipper (105) sliding on said tilt ring (82) or said tilt disc (106), whereby the enclosure (5, 44, 104) has spherical recesses (15, 17, 54, 62) for housing the piston slipper (105).

(57) Zusammenfassung: Axialkolbenmaschine, insbesondere Klimakompressor für Kraftfahrzeuge, mit mindestens einem Kolben (1, 40, 101) mit einem im Wesentlichen zylinderförmigen Kolbenschaft (3, 42, 102) und mit einem Umgriff (5, 44, 104), welcher einen Schwenkring (82) oder eine Schwenkscheibe (106) und auf diesem Schwenkring (82) oder dieser Schwenkscheibe (106) gleitende Kolbenschuhe (105) umgreift, wobei der Umgriff (5, 44, 104) auf der Kolbenschaftseite und auf der gegenüberliegenden Seite kugelkalottenförmige Vertiefungen (15, 17, 54, 62) zur Aufnahme der Kolbenschuhe (105) aufweist.

Axialkolbenmaschine

Die Erfindung betrifft eine Axialkolbenmaschine, insbesondere einen Klimakompressor für Kraftfahrzeuge, mit mindestens einem Kolben mit einem im Wesentlichen zylinderförmigen Kolbenschaft und mit einem Umgriff, welcher einen Schwenkring oder eine Schwenkscheibe und auf diesem Schwenkring oder dieser Schwenkscheibe gleitende Kolbenschuhe umgreift, wobei der Umgriff auf der Kolbenschaftseite und auf der gegenüberliegenden Seite kugelkalottenförmige Vertiefungen zur Aufnahme der Kolbenschuhe aufweist.

Derartige Axialkolbenmaschinen sind bekannt. Sie weisen den Nachteil auf, dass zur Bearbeitung der Kugelform der kugelkalottenförmigen Vertiefungen im Umgriff des Kolbens Sondermaschinen bzw. Sondervorrichtungen notwendig sind. Die Bearbeitung erfolgt im unterbrochenen Schnitt, das heißt, das Schneidwerkzeug fährt beim Bearbeiten aus dem Werkstück heraus und wieder herein. Auch ist es bei den bekannten Bearbeitungsmethoden kostengünstig nicht möglich, Schmierkeilfasen an den Rändern der Kugelform anzubringen. Bei den bekannten Bearbeitungen wird mit einer festgesetzten Spannung der Zylinderachse des Kolbens die Kugelform im Umgriff spanend hergestellt. Dabei ist es u.a. möglich, durch Drehen des Kolbens während der spanenden Herstellung der Kugelform um eine zu seiner Zylinderachse senkrechte Achse durch den Kugelmittelpunkt die Kugelform herzustellen. Diese Verfahren sind aber umständlich und fehlerbehaftet und erfordern, wie schon erwähnt, Sondermaschinen oder Sondervorrichtungen.

Auch ragen bei bekannten Kolben die Kolbenumgriffe radial gegenüber der Kolbenachse ziemlich weit nach außen, damit genügend Platz für die Bewegung der Schwenkscheibe oder des Schwenkringes und der Kolbenschuhe zur Verfügung steht bei ausreichender Steifigkeit gegen das Herausfallen der Kolbenschuhe.

Bei Kompressoren einer Schwenkring- oder Schwenkscheibenbauweise kommt außerdem der Schmierung der radial außen liegenden Gleitfläche des Umgriffs zwischen Kolben und Gehäuse große Bedeutung zu, insbesondere, wenn bei

- 2 -

Verwendung des Kältemittels CO<sub>2</sub>, bedingt durch die hohen Drücke, die Dimensionen der Maschinen kleiner ausfallen als bei herkömmlichen Kältemittelverdichtern. Die engen Bauräume bei einem CO<sub>2</sub>-Kompressor sorgen dafür, dass die Zwischenräume zwischen den Kolben, in denen sich zum Beispiel im Triebräum Schmierstoff verteilen kann, immer enger werden. Je größer dabei der durch den Kolbenumgriff verdeckte Umfangsbereich gegenüber dem freien Umfangsbereich des Gehäuses ist, desto schwieriger ist es, diesen Bereich mit Schmierstoff zu versorgen. Wenn bei Schwenkscheibenmaschinen oder Schwenkringmaschinen der gattungsgemäßen Art, zum Beispiel für CO<sub>2</sub>-Anwendungen, die Überdeckung durch den Kolbenumgriff relativ groß wird, so dass zwischen den einzelnen Kolbenumgriffsbereichen nur geringe Spalte zur Einbringung von Schmierstoff zwischen den Umfangsbereichen bestehen, kommt es zu Schmierstoffunterversorgung und zu Reibungsschäden in diesem Bereich.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Axialkolbenmaschine darzustellen, die diese Probleme nicht aufweist.

Die Aufgabe wird zum einen gelöst durch eine Axialkolbenmaschine, insbesondere Klimakompressor für Kraftfahrzeuge, mit mindestens einem Kolben mit einem im wesentlichen zylinderförmigen Kolbenschaft und mit einem Umgriff, welcher einen Schwenkring oder eine Schwenkscheibe und auf diesem Schwenkring oder auf dieser Schwenkscheibe gleitende Kolbenschuhe umgreift, wobei der Umgriff auf der Kolbenschaftseite und auf der gegenüberliegenden Seite kugelkalottenförmige Vertiefungen zur Aufnahme der Kolbenschuhe aufweist und wobei die dem Kolbenschaft gegenüberliegende Seite des Umgriffs eine Öffnung aufweist. Bevorzugt wird eine Axialkolbenmaschine, bei der die Achse der Öffnung deckungsgleich mit der Achse des Kolbenschaftes ist.

Bevorzugt wird weiterhin eine Axialkolbenmaschine, bei welcher die Öffnung im wesentlichen zylinderförmig ist. Auch wird eine Axialkolbenmaschine bevorzugt, bei welcher durch die Öffnung ein Werkzeug zur Bearbeitung der kugelkalottenförmigen Vertiefungen im Umgriff hindurchgeführt werden kann. Eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine zeichnet sich dadurch aus, dass die Bearbeitungsbewegung zur Erzeugung der Kugelform der kugelkalottenförmigen Vertiefungen durch Rotation des Kolbens um die Achse des Kolbenschaftes, also um die Zylinderachse, erzeugt werden kann. Das

ermöglicht es, die Kugelkalottenformen in einer Drehbearbeitung auf Standarddrehmaschinen herzustellen.

Eine weitere erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine zeichnet sich dadurch aus, dass auf der Kolbenschaftseite des Umgriffs gegenüber der Umgriffseite mit der Öffnung eine Zentrierbohrung oder ein Zentrierzentrum oder eine Bohrung zur Gewichtseinsparung angeordnet sein kann. Bevorzugt wird ein Kolben, bei welchem eine Beschichtung des Kolbens auf Dreh- und Schleifmaschinen durch Verwendung des Zentrierzentrums in sehr stabiler Spannung bearbeitbar ist.

Weiterhin wird eine Axialkolbenmaschine bevorzugt, bei welcher die Kugelkalottenvertiefungen durch Wendepplatten mit fertiger Kugelkontur herstellbar sind.

Auch wird eine Axialkolbenmaschine bevorzugt, bei welcher der Kolben aus einem Aluminiumwerkstoff einstückig und massiv herstellbar ist.

Eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine zeichnet sich dadurch aus, dass innerhalb der Brücke des Umgriffs, das heißt im inneren radialen Bereich des Kolbenumgriffs, eine erste sphärische Aussparung angeordnet ist. Bevorzugt wird eine Axialkolbenmaschine, bei der die erste sphärische Aussparung durch Drehung des Kolbens um seine Zylinderachse und rotierendem Werkzeug bei der spanenden Herstellung der Kugelform im Umgriff herstellbar ist.

Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Axialkolbenmaschine ist die erste sphärische Aussparung durch Drehung des Kolbens um eine zu seiner Zylinderachse senkrecht stehende Achse und nicht rotierendem Werkzeug bei der spanenden Herstellung der Kugelform im Umgriff herstellbar.

Weiterhin können die sphärischen Lauflächen der Kolbenschuhe im Umgriff nahtlos in die erste sphärische Aussparung in der Brücke des Umgriffs übergehen und die sphärischen Lauflächen und die erste sphärische Aussparung vorzugsweise einen gleich großen Kugelradius aufweisen. Bevorzugt wird auch eine erste sphärische Aussparung, die beim spanenden Bearbeiten der Kolbenschuhauftragflächen mitbearbeitet bezie-

hungsweise durch diese spanende Bearbeitung komplett hergestellt wird. Vorzugsweise wird die Brücke des Umgriffs außerhalb der ersten sphärischen Aussparung auf der Innenseite durch eine zweite sphärische Aussparung mit größerem Radius der Kontur von Schwenkring bzw. Schwenkscheibe angepasst. Erfindungsgemäß kann durch die  
5 zweite sphärische Aussparung die Brücke des Umgriffs möglichst nahe an den Schwenkring beziehungsweise an die Schwenkscheibe herangeschoben werden. Das reduziert durch kürzere Hebelarme die Biegebelastung des Umgriffs. Die Steifigkeit des Umgriffs durch die erste sphärische Aussparung wird nur geringfügig verringert, weil die erste sphärische Aussparung sehr nahe an der Biegelinie liegt. Das wird dadurch er-  
10 möglicht, dass durch die zweite sphärische Aussparung die Biegelinie des Umgriffs so nahe an die Schwenkscheibe bzw. den Schwenkring herausgeschoben wird, dass die Steifigkeit gegen die Biegung bei der Ansaugbewegung nur geringfügig gegenüber einem Umgriff ohne erste sphärische Aussparung herabgesetzt wird. Dadurch werden ein geringerer Material- und Einbauraumbedarf und niedrigere Kosten realisiert.

15 Eine erfindungsgemäße Axialkolbenmaschine zeichnet sich dadurch aus, dass der zylindrische Kolbenschaft und der Umgriff zwei Einzelteile darstellen, aus denen der Kolben zusammensetzbar ist. Das hat den Vorteil, dass für diese unterschiedlich geformten Teile Werkstoffe und Herstellmethoden an die unterschiedlichen Belastungen ange-  
20 passt werden können.

Auch wird eine Axialkolbenmaschine bevorzugt, bei welcher der Umgriff aus einem Blechstreifen herstellbar ist und nach entsprechender Formgebung des Blechstreifens mit dem zylindrischen Kolbenschaft, welcher als Tiefziehteil aus Blech herstellbar ist,  
25 verbindbar ist. Bevorzugt wird auch eine Axialkolbenmaschine, bei welcher die Öffnung im Umgriff durch Stanzen herstellbar ist. Auch kann die Aufnahme der Kolbenschuhe im Umformprozess des Umgriffs hergestellt oder weitgehend vorgeformt werden. Weiterhin wird eine Axialkolbenmaschine bevorzugt, bei welcher der zylindrische Kolbenschaft und der Umgriff aus einem Stahlwerkstoff herstellbar sind. Auch wird eine Axialkolben-  
30 maschine bevorzugt, bei welcher der Umgriff und der zylinderförmigen Kolbenschaft durch Laserschweißen oder Widerstandsschweißen miteinander verbindbar sind. Weiterhin kann der Hohlraum zwischen Umgriff und Kolbenschaft luftdicht oder nahezu luftdicht sein.

Eine weitere erfindungsgemäße Ausführung der Axialkolbenmaschine zeichnet sich dadurch aus, dass der Kolben nach dem Zusammenbau von Umgriff und Kolbenschaft zunächst mit einer Haftgrundbeschichtung, wie z. B. durch Phosphatieren mit einer  
5 Schichtstärke von ca. 2 –3  $\mu\text{m}$ , und anschließend mit einer Oberflächenbeschichtung aus PTFE mit einer Schichtstärke von ca. 10  $\mu\text{m}$  versehen ist.

Die Aufgabe wird weiterhin gelöst durch eine Axialkolbenmaschine, bei welcher die Außenseite als Gleitfläche des Umgriffs mindestens eine Öffnung zum inneren radialen  
10 Bereich des Umgriffs besitzt, welcher der Schwenkscheibe oder dem Schwenkring zugewandt ist. Vorzugsweise dient die mindestens eine Öffnung zur Versorgung der Gleitfläche mit Schmierstoff, weil die Gleitfläche im durch den Kolbenumgriff verdeckten Umfangsbereich liegt und somit schlecht mit dem im Triebwerksgehäuse im Klimamittel enthaltenen Schmierstoff versorgt werden kann.

15 Bei einer weiteren erfindungsgemäßen Ausführungsform der Axialkolbenmaschine weist der als Gleitfläche ausgebildete Umfangsbereich des Kolbenumgriffs mehrere und/oder verschieden ausgeformte Öffnungen bzw. Öffnungsbereiche auf.

20 Bevorzugt wird eine Axialkolbenmaschine, bei welcher der als Gleitfläche ausgebildete Umfangsbereich des Kolbenumgriffs gegenüber der als Lauffläche dienenden Triebwerksgehäusewand taschenförmige Bereiche ausgebildet hat, welche durch mindestens eine Schmieröffnung versorgt werden.

25 Durch die vorgenannten erfindungsgemäßen Ausbildungen wird erreicht, dass der durch den Kolbenumgriff verdeckte Umfangsbereich mit Schmierstoff versorgt wird, welcher von der rotierenden Schwenkscheibe oder dem Schwenkring durch Fliehkräfte abgeschleudert wird und somit durch die Öffnungen in den Raum zwischen Kolben und Gehäusewand gelangt.

30

Die Erfindung wird nun anhand der Figuren beschrieben.

Figur 1 zeigt einen zweiteiligen Kolben im Querschnitt.

- Figur 2 zeigt den gleichen Kolben in Seitenansicht.  
Figur 3 zeigt den gleichen Kolben in perspektivischer Darstellung.  
Figur 4 zeigt die Bearbeitung der hinteren Kugelkalotte.  
Figur 5 zeigt die Bearbeitung der vorderen Kugelkalotte.  
5 Figur 6 zeigt einen Kolben in Aufsicht.  
Figur 7 zeigt einen Kolben mit erster sphärischer Aussparung.  
Figur 8 zeigt die für die Axialkräfte am Kolben maßgeblichen Drücke.  
Figur 9 zeigt vier Darstellungen der ersten und zweiten sphärischen Aussparungen.  
10 Figur 10 zeigt die Herstellung der ersten sphärischen Aussparung.  
Figur 11 zeigt einen Kolben in einem Ausschnitt einer Schwenkringmaschine.  
Figur 12 zeigt einen Querschnitt durch einen Kolbenumgriff.  
Figur 13 zeigt eine Aufsicht auf einen Kolben.  
Figur 14 zeigt die Kolbenanordnung im Triebwerksraum.  
15 Figur 15 zeigt eine drehende Schwenkscheibe mit einem erfindungsgemäßen Kolben.  
Figur 16 zeigt einen Kolben mit einer Schmierstofftasche.

In Figur 1 ist ein zweiteiliger Kolben 1 im Querschnitt dargestellt, welcher sich aus einem zylinderförmigen Kolbenschaft 3 und einem U-förmigen Kolbenumgriff 5 zusammensetzt. Beide Teile sind im Bereich 7 durch Laserschweißen miteinander verbunden. Es sind aber auch andere Verbindungstechniken wie Widerstandsschweißen, Löten, Kleben, Presssitze, Bördeln oder formschlüssige Verbindungen wie Sicherungsringe, Gewinde usw. möglich. Der zylinderförmige Kolbenschaft 3 kann vorzugsweise aus  
25 dünnem Stahlblech mittels eines Tiefziehverfahrens hergestellt sein. Die Verwendung von Stahlblech hat den Vorteil, dass der Kolbenschaft trotz hoher Druckbelastungen dünnwandig ausgeführt werden kann und im Tiefziehverfahren als Massenprodukt vorteilhaft herstellbar ist. Die Rohlinge der Teile können aber auch durch Kaltfließpressen, Warmfließpressen oder Schmieden hergestellt sein. Es kann gegebenenfalls auch  
30 zweckmäßig sein, dass ein derartiger Kolben aus Aluminium-Werkstoffen hergestellt wird. Der Kolbenumgriff 5 kann aus einem Stahlblechstreifen hergestellt werden, welcher dann entsprechend in einem Stanzbiegewerkzeug vom flachen Blechstreifen zum U-förmigen Kolbenumgriff umgeformt wird. Die Verwendung der Zweiteiligkeit hat den

- 7 -

- Vorteil, dass beide mit unterschiedlicher Grundform versehenen Bauteile entsprechend ihrer Form separat gefertigt werden können und nicht aus einem einzigen Stück wesentlich aufwendiger geformt werden müssen. Der Kolbenumgriff 5 kann also ebenfalls vorteilhafter Weise aus einem Stahlwerkstoff hergestellt sein, wodurch eine wesentlich höhere Widerstandskraft gegenüber den im Betrieb auftretenden Kräften gewährleistet ist. Der Kolbenumgriff 5 hat an seiner dem Kolbenschaft 3 abgewandten Seite eine zylindrische Öffnung 9, deren Mittelachse 11 deckungsgleich mit der Mittelachse 13 des zylindrischen Kolbenschaftes 3 ist. Auf der Innenseite des Kolbenumgriffs 5 mündet die Öffnung 9 in einen kugelkalottenförmigen Bereich 15, welcher zur Aufnahme eines hier nicht dargestellten, kugelkalottenförmigen Kolbenschuhs dient. Auf der dem zylinderförmigen Kolbenschaft 3 zugewandten Seite des Umgriffs 5 ist innerhalb des Umgriffs ebenfalls ein kugelkalottenförmiger Bereich 17 angebracht, welcher einen zweiten Kolbenschuh aufnehmen kann, wobei beide Kolbenschuhe auf einer zwischen ihnen angeordneten Schwenkscheibe oder einem Schwenkring gleiten. Der dem Kolbenschaft 3 zugewandte Teil des Umgriffs 5 ist mit einer kleineren Öffnung 19 versehen, welche eine Verbindung zum Innenraum des Kolbenschaftes 3 herstellt. Der Kolbenschaft 3 ist an seinem vorderen Ende mit zwei Nuten 21 versehen, die zur Aufnahme von Kolbendichtringen dienen.
- In Figur 2 ist in der Seitenansicht des Kolbens 1 aus Figur 1 zu erkennen, dass der Kolbenumgriff 5 auf seiner Oberseite eine schräge Stufe 23 aufweist, welche zu einem erhöhten Bereich 25 führt, mit welchem sich der Kolben 1 im Gehäuse an einer entsprechenden Gehäusegleitfläche abstützt. Ferner weist der Kolbenschaft 3 zwei Fasen 29 und 27 auf, welche zu einem durchmessergrößeren Bereich 31 führen, der als führendes Zylinderteil innerhalb einer Zylinderlaufbuchse wirksam ist. Innerhalb des Kolbenumgriffs 5 kreuzt die Achse 13 des zylinderförmigen Kolbenschaftes 3 eine Achse 33, wobei der Kreuzungspunkt den Mittelpunkt einer Kugelform der kugelkalottenförmigen Kolbenschuhe bzw. der Lagerbereiche 15 und 17 darstellt.
- In Figur 3 ist eine perspektivische Darstellung des Kolbens 1 aus Figur 1 und Figur 2 gezeigt, welche Bereiche 35 aufweist, in welchen eine entsprechende Beschichtung auf den Stahlbauteilen mittels eines Haftgrundes, insbesondere durch Phosphatieren des gesamten Kolbens mit einer Schichtstärke von ca.



2 – 3  $\mu\text{m}$ , und mittels einer anschließenden Gleitbeschichtung in den markierten Bereichen 35 durch PTFE mit einer Schichtstärke von ca. 10  $\mu\text{m}$  aufgetragen werden kann. Es sind aber auch andere Beschichtungen wie z. B. WC/C-Beschichtungen oder auch Wärmebehandlungen wie Einsatzhärten denkbar. Die zweiteilige Kolbenausführung wird insbesondere deswegen bevorzugt, weil die unterschiedlichen Formen der Bauteile durch den Formen optimal angepasste Fertigungsverfahren hergestellt werden können. Wie vorab schon erwähnt, bietet sich für den zylindrischen Kolbenschaft 3 ein Tiefziehverfahren mit dünnwandigem Stahlblech an, während für den Kolbenumgriff 5 zunächst ein Stanzverfahren mit Stahlblech mit einem darauffolgenden Umbiegeverfahren entsprechend der Umgriffsform vorteilhaft ist. Bei dem Stanzverfahren können auch vorab schon die Öffnungen 9 und 19 hergestellt sowie die Kugelkalottenbereiche 15 und 17 vorgeprägt werden. Gegebenenfalls kann aber auch die Auswahl von Aluminiumwerkstoffen angebracht sein.

Figur 4 zeigt im Querschnitt einen Kolben 40, wobei in dieser Darstellung der Kolben 40 im Querschnitt massiv dargestellt ist und z. B. aus einem Aluminiumwerkstoff hergestellt sein kann. Der Kolben 40, der ebenfalls einen zylinderförmigen Kolbenschaft 42 und einen Umgriff 44 aufweist, besitzt an dem dem Kolbenschaft 42 entgegengesetzten Ende des Umgriffs 44 eine Öffnung 46, welche der Öffnung 9 aus Figur 1 entspricht. Durch die Öffnung 46 ist es möglich, ein Schneidwerkzeug 48 in den Innenraum des Kolbenumgriffs 44 einzuführen. Durch Drehung 52 um die Kolbenzylinderachse 50, welche der Zylinderachse 13 in Figur 1 entspricht, kann somit durch die Bearbeitungsbewegung die hintere Kugelkalotte 54 auf Standarddrehmaschinen hergestellt werden, was mit bekannten Umgriffsformen ohne eine derartige Öffnung 46 nicht möglich ist. Auch können bei dieser Bearbeitung im Kolbenschaft 42 ein Zentrierzentrum 56 oder eine Gewichtseinsparbohrung (nicht dargestellt) und auf der Frontseite des Kolbenschaftes 42 ein zweites Zentrierzentrum 58 angebracht werden, welche für weitere Bearbeitungsschritte auf Dreh- und Schleifmaschinen, beispielsweise zum Überdrehen oder Überschleifen einer Beschichtung, eine formsteife Spannung erlauben.

In Figur 5 ist schließlich die Bearbeitung der vorderen Kalottenform 62 im Umgriff 44 dargestellt. Ebenfalls durch die Öffnung 46 im Umgriff 44 wird ein Schneidwerkzeug 60 zur Bearbeitung der vorderen Kalottenform 62 eingeführt und die Kugelkalotte dann

durch entsprechendes axiales und vertikales Verfahren des Werkzeuges 60 bei gleichzeitiger Drehung 52 des Kolbens 40 um die Achse 50 hergestellt. Das bedeutet, dass durch die Öffnung 46 im Kolbenumgriff 44 der Kolbenumgriff derartig umgestaltet wurde, dass die Schnittbewegung zur Bearbeitung der Kugelform durch die Rotation des Kolbens 40 um die Achse 50 des Kolbenschaftes 42, also die Zylinderachse, erzeugt werden kann. Somit sind weder Sondermaschinen noch Sondervorrichtungen notwendig; es erfolgt keine Bearbeitung im unterbrochenen Schnitt, das heißt, das Werkzeug fährt nicht während der Bearbeitung aus dem Werkstück heraus und wieder herein, und es ist zusätzlich möglich, Schmierkeilfasen an den Rändern der Kugelform anzubringen. Dadurch ergeben sich sowohl erhebliche Kosteneinsparungen und eine bessere Fertigungsqualität als auch betriebliche Vorteile für eine Maschine mit derartigen Kolben. Die Erfindung ist natürlich in ihrer Anwendung nicht nur auf Klimakompressoren beschränkt, sondern kann auch in anderen Axialkolbenmaschinen, wie z. B. Axialkolbenpumpen, welche sich diverser Schwenkring- oder Schwenkscheibenmechanismen mit Kolbenschuhen bedienen, angewendet werden. Weiterhin ist es möglich, durch die Erfindung die Beschichtung des Kolbens auf Dreh- und Schleifmaschinen in sehr stabiler Spannung zu bearbeiten. Im Vergleich zur Spannung in einem Zentrierzentrum auf der linken Seite des Umgriffs ist diese Art der Spannung also wesentlich steifer und genauer. Als Bearbeitungsvarianten zu den Darstellungen in Figur 4 und 5 können auch Wendeplatten mit fertiger Kugelkontur eingesetzt werden. Mit diesen Wendeplatten in einem Werkzeughalter lassen sich auch beide Seiten gleichzeitig bearbeiten.

In Figur 6 ist ein erfindungsgemäßer Kolben 1 in Aufsicht dargestellt. Die verwendeten Bezugszeichen entsprechen hier wieder den Bezugszeichen der Figuren 1 und 2. In der Aufsicht in Figur 6 ist insbesondere zu erkennen, dass die Fase 23, welche in Figur 2 in der Seitenansicht dargestellt war, zu einer Erhöhung 25 am Kolbenumgriff 5 führt, welche als entsprechende Anlage und Gleitfläche gegenüber der Kompressorgehäusewand dient. Diese Gleitfläche 25 ist sowohl auf der rechten als auch auf der linken Seite, also hier sowohl oben als auch unten in der Figur 6, vorhanden und dient sowohl als Gleitfläche als auch zur Verhinderung eines seitlichen Kolbenkippens oder Kolbenverdrehs.

Figur 7 zeigt in einer perspektivischen Darstellung einen Kolben 1 mit Umgriff 5 mit einer ersten sphärischen Aussparung 80 in der Brücke des Umgriffs 5. Die bisher beschriebenen Bauteile sind mit gleichen Bezugszeichen wie z. B. in Figur 1 versehen und sollen zur Vermeidung von Wiederholungen nicht noch einmal beschrieben werden.

5 Zusätzlich dargestellt ist hier die erste sphärische Aussparung 80, die bei der Herstellung der Auflageflächen 62 und, hier nicht sichtbar, 54 für die Kolbenschuhe bei der spanenden Herstellung durch Drehung um die Zylinderachse 50 mit hergestellt werden kann.

10 In Figur 8 sind die auf den Kolben 1 und Kolbenumgriff 44, 5 einwirkenden Drücke und Kräfte während des Saughubes dargestellt. Während des Saughubes des Kolbens wird durch den Schwenkring 82 beziehungsweise durch die Schwenkscheibe mittels der hier nicht dargestellten Kolbenschuhe der Kolben 1 aus dem Zylinderblock herausgezogen. Dabei wirken innerhalb des Kolben-umgriffs 44, 5 durch die Bewegung des Schwenk-

15 ringes 82 die den Umgriff 44, 5 aufbiegenden Kräfte PA, die vom Schwenkring 82 und Kolbenschuh auf den Umgriff 44 beziehungsweise 5 übertragen werden. Zusätzlich wirkt gegen den Saugdruck PS auf der Frontseite des zylindrischen Kolbenschaftes 42 beziehungsweise 3 im Triebraum der Triebraumdruck PC auf die Zylinderfläche des Kolbens im Bereich 62 des Kolbenumgriffes 44, 5. Der Umgriff 44 beziehungsweise 5

20 des Kolbens 1 wird also im Betrieb maßgeblich durch eine Biegung bei der Ansaugbewegung belastet. Um eine möglichst große Steifigkeit bei dieser Biegung zu erlangen, wird der Rücken des Umgriffs radial nach innen möglichst nahe an den Schwenkring 82 beziehungsweise die Schwenkscheibe herangeschoben, wobei die Aussparung 80 so nahe an der Biegelinie des Umgriffs gegenüber einem radial weiter nach außen ragen-

25 den Umgriff liegt, dass die Steifigkeit gegen die Biegung bei der Ansaugbewegung gegenüber einem Umgriff ohne sphärische Aussparung 80, der radial weiter außen liegt und daher größere Hebelarme zur Biegung aufweist, nur geringfügig herangesetzt wird. Dazu wird der Rücken des Umgriffs 44 beziehungsweise 5 auf seiner Innenseite durch eine zweite sphärische Aussparung 81, die in der Figur 9 zu erkennen ist, der zylindri-

30 schen Kontur von Schwenkring beziehungsweise Schwenkscheibe und ihren Bewegungspositionen angepasst. Das führt zu einer platzsparenden Geometrie und damit zu geringeren Kosten des Kompressors.

In Figur 9 sind die sphärischen Aussparungen 80 und 81 im Kolbenumgriff in vier Ansichten dargestellt. Figur 9a zeigt eine Ansicht auf die Innenseite des Umgriffes 44 beziehungsweise 5. Zu erkennen ist die erste kugelkalottenförmige Vertiefung, also die sphärische Aussparung 80 in der Brücke des Umgriffes 44, 5 und eine zweite sphärische Kontur 81, welche die gesamte Innenseite des Umgriffs einnehmen kann. In der Figur 9b ist der Schnitt B-B aus der Figur 9a dargestellt. Innerhalb des geschnittenen Umgriffs 44 beziehungsweise 5 ist die vordere Auflagefläche 62 für den vorderen Kolbensschuh zu erkennen. Im geschnittenen Bereich 88 des Kolbenringes sind sowohl die zur Anlage an die Gehäusekontur 86 dienenden Gleiterhöhlungen 25 aus Figur 6 sowie die erste sphärische Aussparung 80 zu erkennen. Ebenso ist klar zu erkennen, dass durch die zweite sphärische Aussparung 81 hinreichend Abstand zur Schwenkringkontur 84 und der durch ihre Schwenkbewegung gegebenen Hüllkurve gewährleistet ist und der Schnitt B-B der Kontur von Schwenkring 84 und Gehäuse 86 folgt.

Figur 9c zeigt, dass die Auflagefläche 62 beziehungsweise die gegenüberliegende Auflagefläche 54 nahtlos in die erste sphärische Aussparung 80 übergehen können und eine Kugelform bilden können. Ebenso ist im Schnitt wie in Figur 9b die zweite sphärische Aussparung 81 zu erkennen, welche mit einem wesentlich größeren Radius als die erste sphärische Aussparung 80 ausgebildet ist und somit dem Radius der Hüllkurve der Schwenkscheibe oder des Schwenkrings 84 aus Figur 9b angepasst ist.

In Figur 9d ist die sphärische Aussparung 81 der inneren Umgriffsfläche durch die perspektivische Darstellung besonders gut von der Seite zu erkennen. Auch wird klar, dass durch die Herstellung der Auflagefläche 62 für den Kolbensschuh die erste sphärische Aussparung mit entsteht.

In Figur 10 ist die Herstellung der ersten sphärischen Aussparung 80 gemeinsam mit der Herstellung der Kolbenschuhauflageflächen 62 und 54 dargestellt. Während innerhalb des Umgriffs 44 ein Werkzeug um eine Drehachse 90 gedreht wird, wird der Kolben um seine Zylinderachse 50 zur Herstellung der Kugelform im Umgriff gedreht, wobei die Schneide des Werkzeugs 92 die Konturen der Auflageflächen 54 und 62 für die Kolbenschuhe sowie die sphärische Aussparung 80 herstellt. Durch das sogenannte Heranschieben des Umgriffs 44, 5 näher an die Außenkontur der Schwenkscheibe be-

- 12 -

ziehungsweise des Schwenkringes entsteht also bei der spanenden Herstellung der Kugelform im Umgriff 44, wenn eine Drehung des Kolbens 1 um seine Zylinderachse 50 genutzt wird, die sphärische Aussparung 80 im parallel zur Zylinderachse stehenden Teil des Umgriffs 44. Somit kann ein kostengünstiges Fertigungsverfahren mit einer  
5 kostengünstigen und platzsparenden Geometrie des Umgriffes 44 verknüpft werden.

Genauso entsteht die sphärische Aussparung 80 bei Drehung des Kolbens um eine zwischen Werkzeugdrehachse 90 und Zylinderachse 50 senkrecht stehende Achse, die durch deren Schnittpunkt (Kugelmittelpunkt) verläuft und dabei ein nicht rotierendes  
10 Werkzeug die Kugelkontur oder kugelnähe Kontur schneidet.

In Figur 11 ist ein Kolben 101 dargestellt, welcher einen zylindrischen Teil 102 umfasst, der in der Öffnung eines Zylinderblocks 103 hin und her bewegbar ist und deswegen mit der zylindrischen Außenfläche die erste Gleitfläche gegenüber der Zylinderblockbohrung 113 bildet. Der Kolben 101 setzt sich fort in einen zweiten Teil 104, der als Umgriff  
15 für die Schwenkscheibe 106 und die Kolbenschuhe 105 dient. Bei einer Drehbewegung der Schwenkscheibe 106 wird über die Kolbenschuhe 105 der Kolben 101 hin und herbewegt, wobei die Schwenkscheibe 106 zwischen den flachen Seiten der Kolbenschuhe 105 gleitet und die Kolbenschuhe 105 selbst innerhalb des Kolbenumgriffs eine Art  
20 Taumelbewegung durchführen. Der Kolbenumgriff 104 wiederum gleitet im Triebwerksgehäuse 107, welches nur teilweise dargestellt ist, an der Innenwand 108 entlang und bildet somit eine zweite Gleitfläche 109.

Figur 12 zeigt einen Schnitt durch den Kolbenumgriff, wie er in der Erfindung beschrieben ist und in der Figur 13 in der Aufsicht dargestellt ist. In Figur 13 wird die zweite Gleitfläche 109 von einer Öffnung 111 durchbrochen, die dazu dient, aus dem Innenraum insbesondere von der rotierenden Schwenkscheibe 106 (Figur 11) durch  
25 Fliehkräfte abgespritztes Schmiermittel durch den Kolbenumgriff auf die Oberseite, das heißt die Gleitfläche 109, zu befördern. Unterhalb der geschnittenen Kolbenumgriffsfläche 112 ist auf der vorderen Kolbenumgriffsfläche 114 eine Gleitfläche 115 für den vorderen Kolbenschuh erkennbar, in welcher ein Kolbenschuh 105 aus  
30 Figur 11 eine Taumelbewegung ausführt. Die Öffnung 111 kann kegelstumpfförmig gestaltet sein, um den Schmierstoff breitflächiger abzufangen.

Figur 13 zeigt einen erfindungsgemäßen Kolben in der Aufsicht. An dem zylindrischen Kolbenteil 101, der im Durchmesser kleiner ist als der Durchmesser der Krümmung der Umgriffsoberfläche 109, schließt sich der zweite Teil, der Kolbenumgriff 104, an. Im Umgriffsteil 104 befindet sich die zur Schmiermittelversorgung bereitgestellte Öffnung 111, hier beispielsweise mit einem ovalen Querschnitt, die von einer taschenförmigen Ausnehmung 116 zur Aufnahme des Schmiermittels umgeben ist. Diese taschenförmige Öffnung 116 wird im Querschnitt in Figur 16 dargestellt. In Figur 13 ist weiterhin ein benachbarter Kolbenumgriff 104' angedeutet, was erkennen lässt, dass in einer erfindungsgemäßen Maschine zwischen den Kolbenumgriffen nur noch ein sehr geringer Zwischenraum 117 herrscht, welcher zu einer Schmiermittelversorgung für die Umgriffsgleitflächen 109 nicht ausreichend sein kann.

In Figur 14 sind beispielhaft sechs Kolbenumgriffe im Schnitt in einer Maschine dargestellt. Man erkennt, dass zwischen den sechs Kolbenumgriffen 104 mit ihren Gleitoberflächen 109 nur sehr enge Zwischenräume 117 bestehen. Das bedeutet, dass von einer rotierenden Schräg- oder Schwenkscheibe abgeschleudertes Schmiermittel innerhalb des Triebrums sich gegebenenfalls nicht von den Zwischenräumen 117 bis auf die Mitte der Gleitflächen 109 vorarbeiten kann.

Deswegen wird erfindungsgemäß, wie in Figur 15 dargestellt, die Schmiermittelversorgung durch die Öffnung 111 hergestellt, indem von der rotierenden Schräg- oder Schwenkscheibe oder dem Schwenkring 106 Schmiermittel 118 durch die Öffnung unter Einwirkung der Fliehkräfte auf die Oberfläche 109 gelangt und dort die zweite Gleitfläche 109 zwischen Triebraumgehäusewand und radialer Außenfläche des Kolbenumgriffs 104 schmieren kann.

In Figur 16 ist weiterhin ein erfindungsgemäßer Kolbenumgriff 104 im Schnitt dargestellt, der an der Oberfläche 109 zusätzlich zur Schmiermittelöffnung 111 eine Schmiermitteltasche 116 besitzt, die in unterschiedlichen Formen, je nach Bedarf, ausgestaltet sein kann. Sinn dieser Schmiermitteltasche ist es, das durch die Öffnung 111 gelangte Schmiermittel oberhalb des Kolbenumgriffs aufzufangen und damit die Gleitfläche 109 hinreichend zu versorgen.

**Patentansprüche**

1. Axialkolbenmaschine, insbesondere Klimakompressor für Kraftfahrzeuge, mit  
5 mindestens einem Kolben 1, 40, 101 mit einem im wesentlichen zylinderförmigen  
Kolbenschaft 3, 42, 102 und mit einem Umgriff 5, 44, 104, welcher einen  
Schwenkring 82 oder eine Schwenkscheibe 106 und auf diesem Schwenkring 82  
oder dieser Schwenkscheibe 106 gleitende Kolbenschuhe 105 umgreift, wobei der  
10 Umgriff 5, 44, 104 auf der Kolbenschaftseite und auf der gegenüberliegenden Sei-  
te kugelkalottenförmige Vertiefungen 15, 17, 54, 62 zur Aufnahme der Kolben-  
schuhe 105 aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass die dem Kolbenschaft 3, 42  
gegenüberliegende Seite des Umgriffs 5, 44 eine Öffnung 9, 46 aufweist.
2. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Achse  
15 11 der Öffnung 9 deckungsgleich mit der Achse 13, 50 des Kolbenschaftes 3, 42  
ist.
3. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeich-  
20 net, dass die Öffnung 9 im Wesentlichen zylinderförmig ist.
4. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 1 bis Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,  
dass durch die Öffnung 9 ein Werkzeug 48, 60 zur Bearbeitung der kugelkalotten-  
förmigen Vertiefungen 15, 17, 54, 62 im Umgriff 5, 44 hindurchgeführt werden  
25 kann.
5. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch ge-  
kennzeichnet, dass die Bearbeitungsbewegung zur Erzeugung der Kugelform der  
kugelkalottenförmigen Vertiefungen 15, 17, 54, 62 durch Rotation des Kolbens 1,  
40 um die Achse 13, 50 des Kolbenschaftes 3, 42, also um die Zylinderachse, er-  
zeugt werden kann.  
30

6. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Bearbeitung als Drehbearbeitung auf Standarddrehmaschinen erfolgen kann.
- 5 7. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben 1, 40 auf der Kolbenschaftseite des Umgriffs 5, 44, welche der Öffnungsseite des Umgriffs 5, 44 gegenüberliegt, eine Zentrierbohrung oder ein Zentrierzentrum 56 oder eine Bohrung zur Gewichtseinsparung aufweisen kann.
- 10 8. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Beschichtung des Kolbens 1, 40 auf Dreh- oder Schleifmaschinen durch das Zentrierzentrum 56 in sehr stabiler Spannung bearbeitbar ist.
- 15 9. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die kugelkalottenförmigen Vertiefungen 15, 17, 54, 62 mittels Werkzeugen mit Wendepplatten mit fertiger Kugelkontur herstellbar sind.
- 20 10. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben 1, 40, 101 aus einem Aluminiumwerkstoff einstückig und massiv herstellbar ist.
- 25 11. Axialkolbenmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruches 1, dadurch gekennzeichnet, dass innerhalb der Brücke des Umgriffs 5, 44, das heißt im inneren radialen Bereich des Kolbenumgriffs 5, 44, eine erste sphärische Aussparung 80 angeordnet ist.
- 30 12. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste sphärische Aussparung 80 durch Drehung des Kolbens 1, 40 um seine Zylinderachse 13, 50 und rotierendem Werkzeug 92 bei der spanenden Herstellung der Kugelform im Umgriff 5, 44 herstellbar ist.



13. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die erste sphärische Aussparung 80 durch Drehung des Kolbens 1, 40 um eine zu seiner Zylinderachse 13, 50 senkrecht stehende Achse und nicht rotierendem Werkzeug bei der spanenden Herstellung der Kugelform im Umgriff 5, 44 herstellbar ist.
- 5
14. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass die sphärischen Laufflächen 54, 62 der Kolbenschuhe 105 im Umgriff 5, 44 nahtlos in die erste sphärische Aussparung 80 in der Brücke des Umgriffs 5, 44 übergehen und die sphärischen Laufflächen 54, 62 und die erste sphärische Aussparung 80 vorzugsweise einen gleich großen Kugelradius aufweisen.
- 10
15. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 11 bis Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Brücke des Umgriffs 5, 44 außerhalb der ersten sphärischen Aussparung 80 auf ihrer Innenseite der Kontur 84 des Schwenkrings 82 beziehungsweise der Schwenkscheibe durch eine zweite sphärische Aussparung 81 mit größerem Radius angepasst wird.
- 15
16. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 11 bis Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass durch die zweite sphärische Aussparung 81 die Brücke des Umgriffs 5, 44 möglichst nahe an den Schwenkring 82 beziehungsweise die Schwenkscheibe herangeschoben werden kann.
- 20
17. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 11 bis Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass durch die zweite sphärische Aussparung 81 die Biegelinie des Umgriffs 5, 44 so nahe an der Schwenkscheibe beziehungsweise dem Schwenkring 82 liegt, dass die Steifigkeit gegen Biegung bei der Ansaugbewegung nur geringfügig gegenüber einem Umgriff ohne erste sphärische Aussparung herabgesetzt wird.
- 25
18. Axialkolbenmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, dass der im Wesentlichen zylinderförmige Kolbenschaft 3 und der Umgriff 5 zwei Einzelteile darstellen, aus denen der Kolben 1 zusammensetzbar ist.
- 30

19. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umgriff 5 aus einem Blechstreifen herstellbar ist und der Kolbenschaft 3 als Tiefziehteil aus Blech herstellbar ist und der Umgriff 5 mit dem zylinderförmigen Kolbenschaft 3 verbindbar ist.
- 5
20. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Öffnung 9 im Umgriff 5 durch Stanzen herstellbar ist.
21. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Aufnahmen 15, 17 der Kolbenschuhe 105 im Umformprozess des Umgriffs 5 hergestellt oder weitgehend vorgeformt werden.
- 10
22. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl der Umgriff 5 als auch der Kolbenschaft 3 aus einem Stahlwerkstoff herstellbar sind.
- 15
23. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Umgriff 5 und der Kolbenschaft 3 durch Laserschweißen oder Widerstandsschweißen miteinander verbindbar sind.
- 20
24. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass ein Hohlraum zwischen Umgriff 5 und Kolbenschaft 3 luftdicht oder nahezu luftdicht ist.
- 25
25. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Kolben 1 nach dem Zusammenbau von Umgriff 5 und Kolbenschaft 3 beschichtet wird, wobei als Haftgrund eine Phosphatierschicht mit einer Schichtstärke von ca. 2 – 3  $\mu\text{m}$  und als zweite Schicht eine PTFE-Schicht mit einer Schichtstärke von ca. 10  $\mu\text{m}$  aufbringbar ist.
- 30
26. Axialkolbenmaschine nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Außenseite als Gleitfläche 109 des Umgriffs 104 mindestens

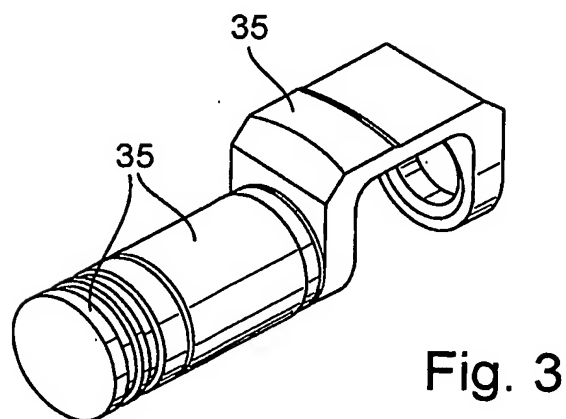
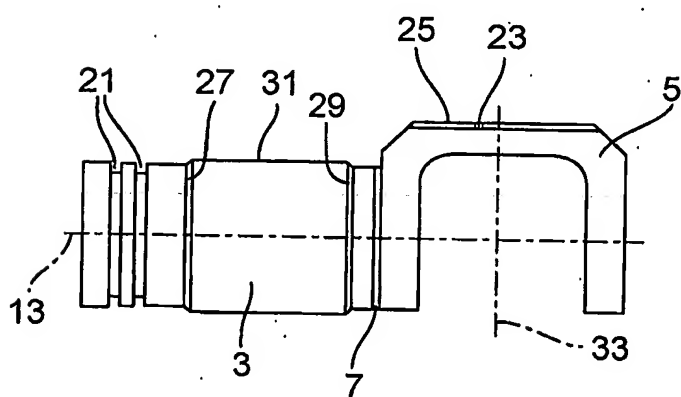
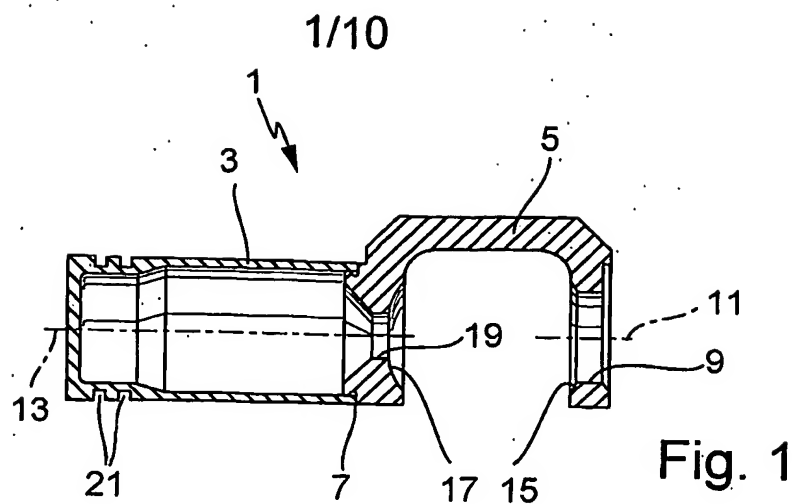
- 18 -

eine Öffnung 111 zum inneren radialen Bereich des Umgriffs 104 hat, welcher der Schwenkscheibe oder dem Schwenkring 106 zugewandt ist.

5 27. Axialkolbenmaschine nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Öffnung 111 zur Versorgung der Gleitfläche 109 mit Schmierstoff dient.

10 28. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der als Gleitfläche 109 ausgebildete Umfangsbereich des Umgriffs 104 mehrere und/oder verschieden ausgeformte Öffnungen 111 bzw. Öffnungsbereiche aufweist.

15 29. Axialkolbenmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der als Gleitfläche 109 ausgebildete Umfangsbereich des Umgriffs 104 gegenüber der als Laufläche dienenden Triebwerksgehäusewand 108 taschenförmige Bereiche 116 ausgebildet hat, welche durch die mindestens eine Schmieröffnung 111 versorgt werden.



10/538719

2/10

"A - A"

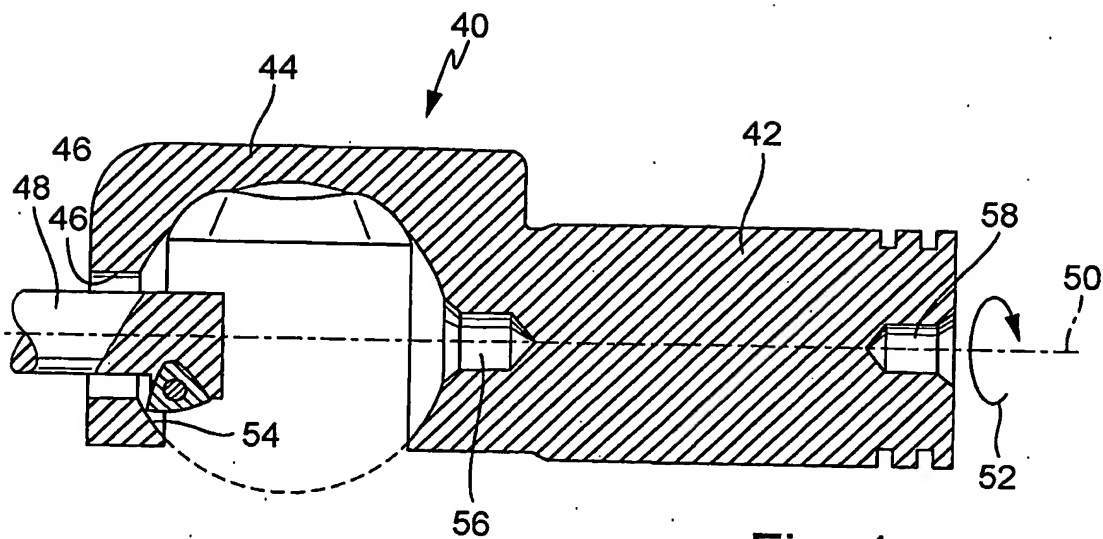


Fig. 4

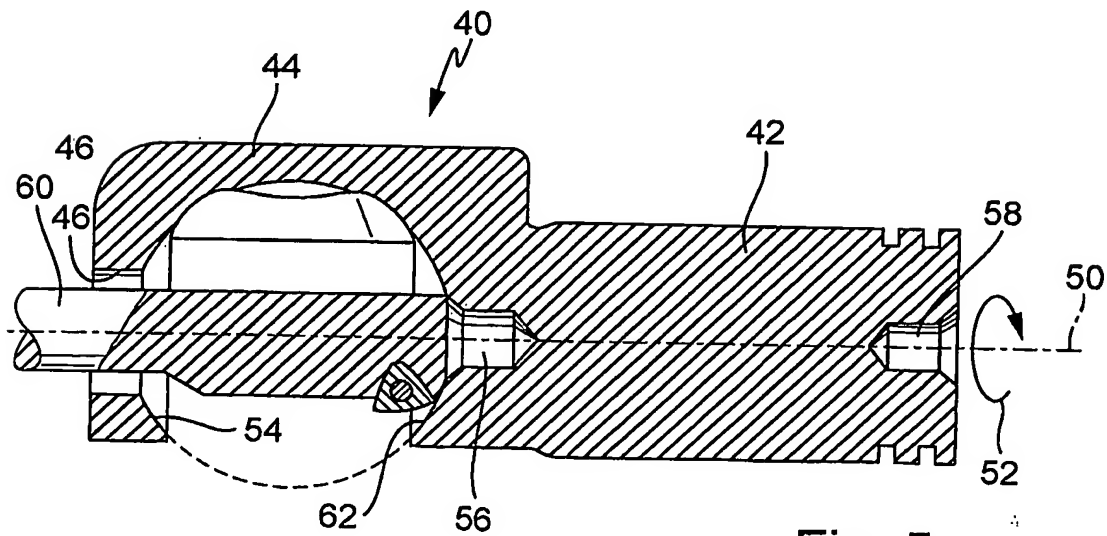


Fig. 5

10/538719

3/10

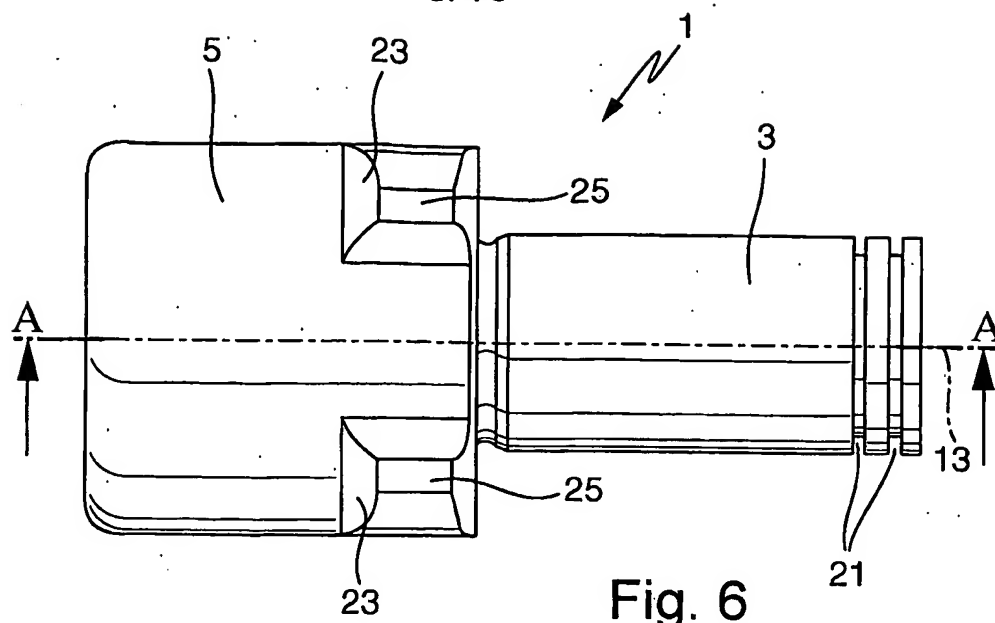


Fig. 6

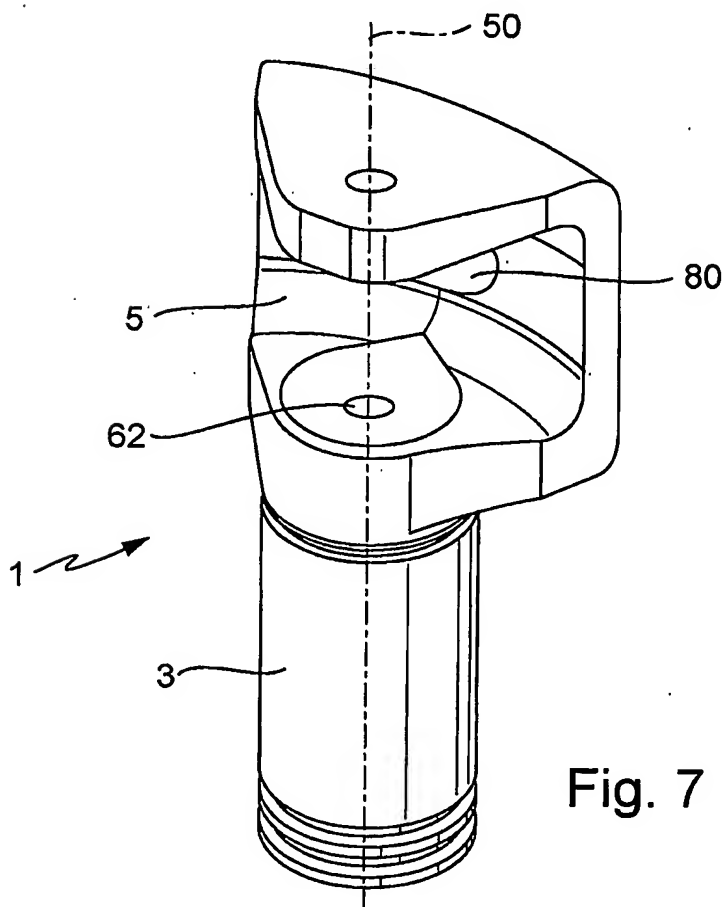


Fig. 7

10/538719

4/10

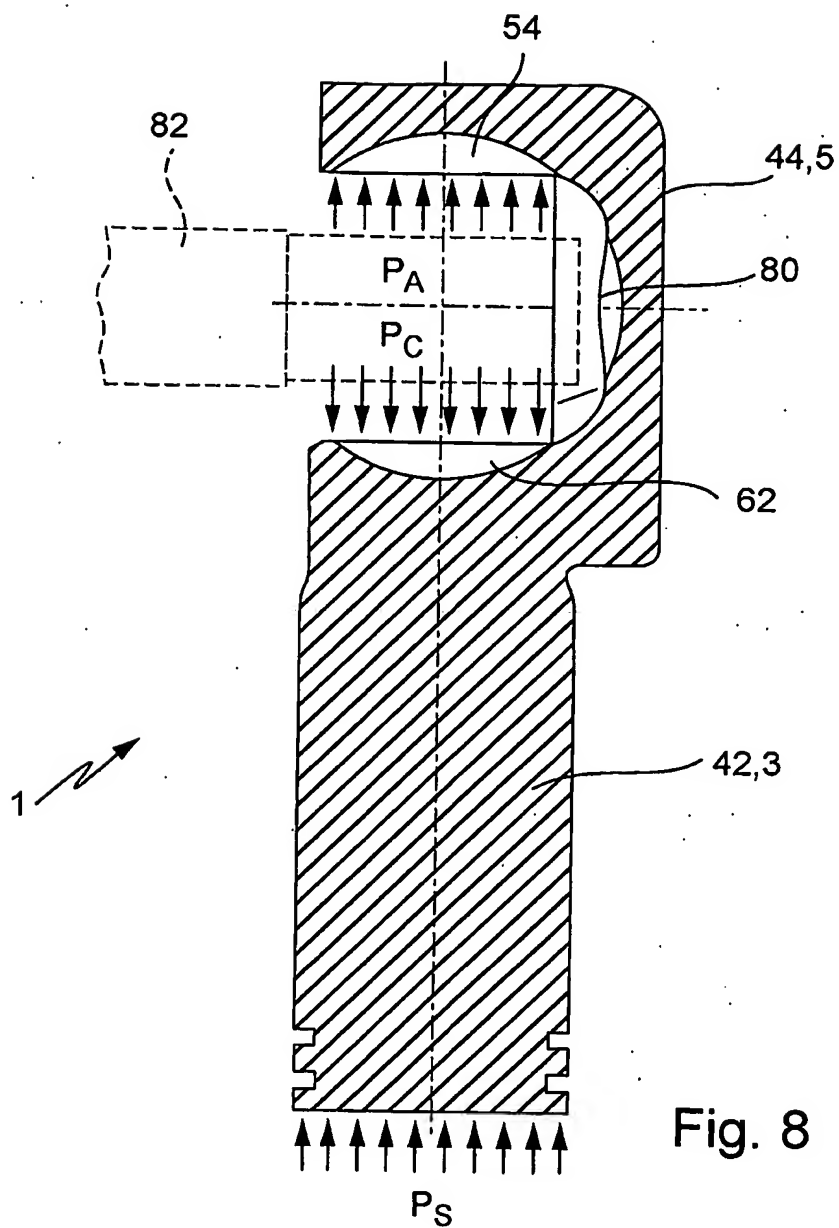


Fig. 8

10/538719

5/10

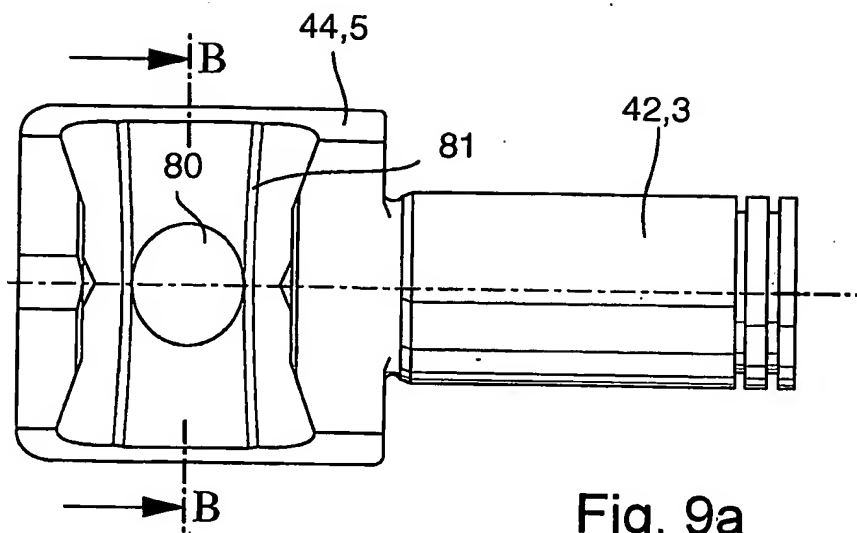


Fig. 9a

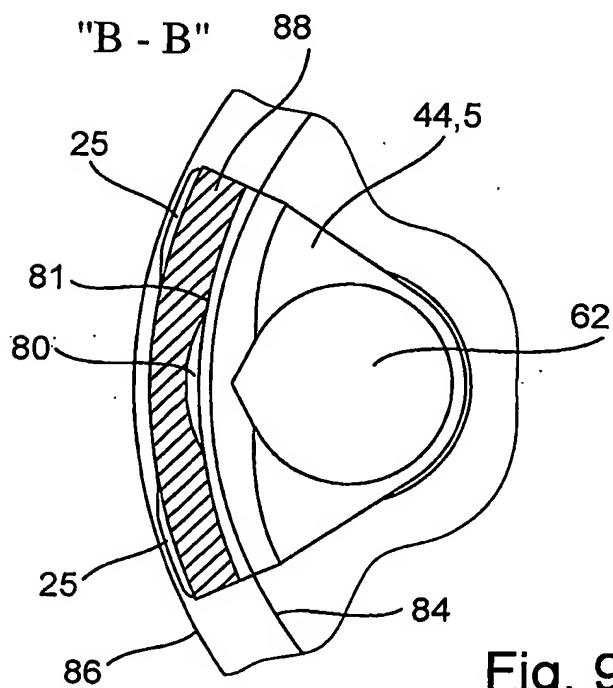


Fig. 9b



10/538719

6/10

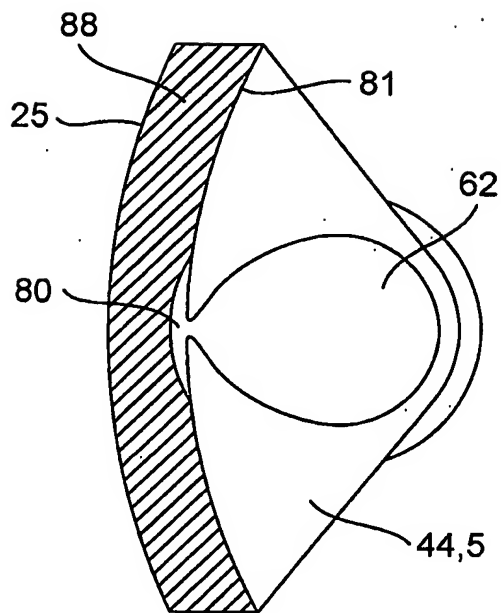


Fig. 9c

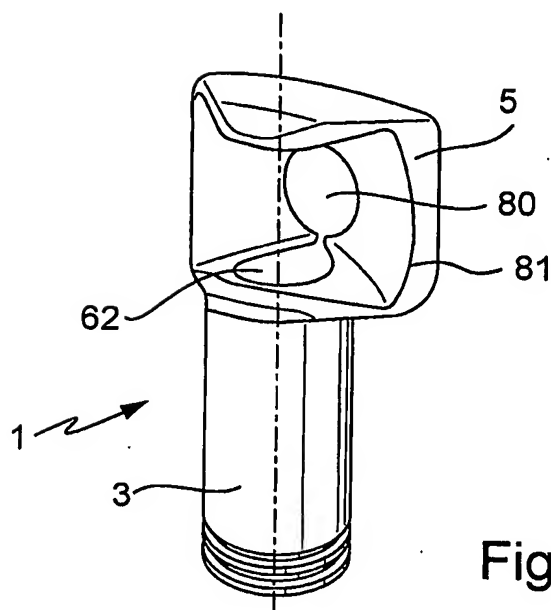


Fig. 9d

10/538719

7/10

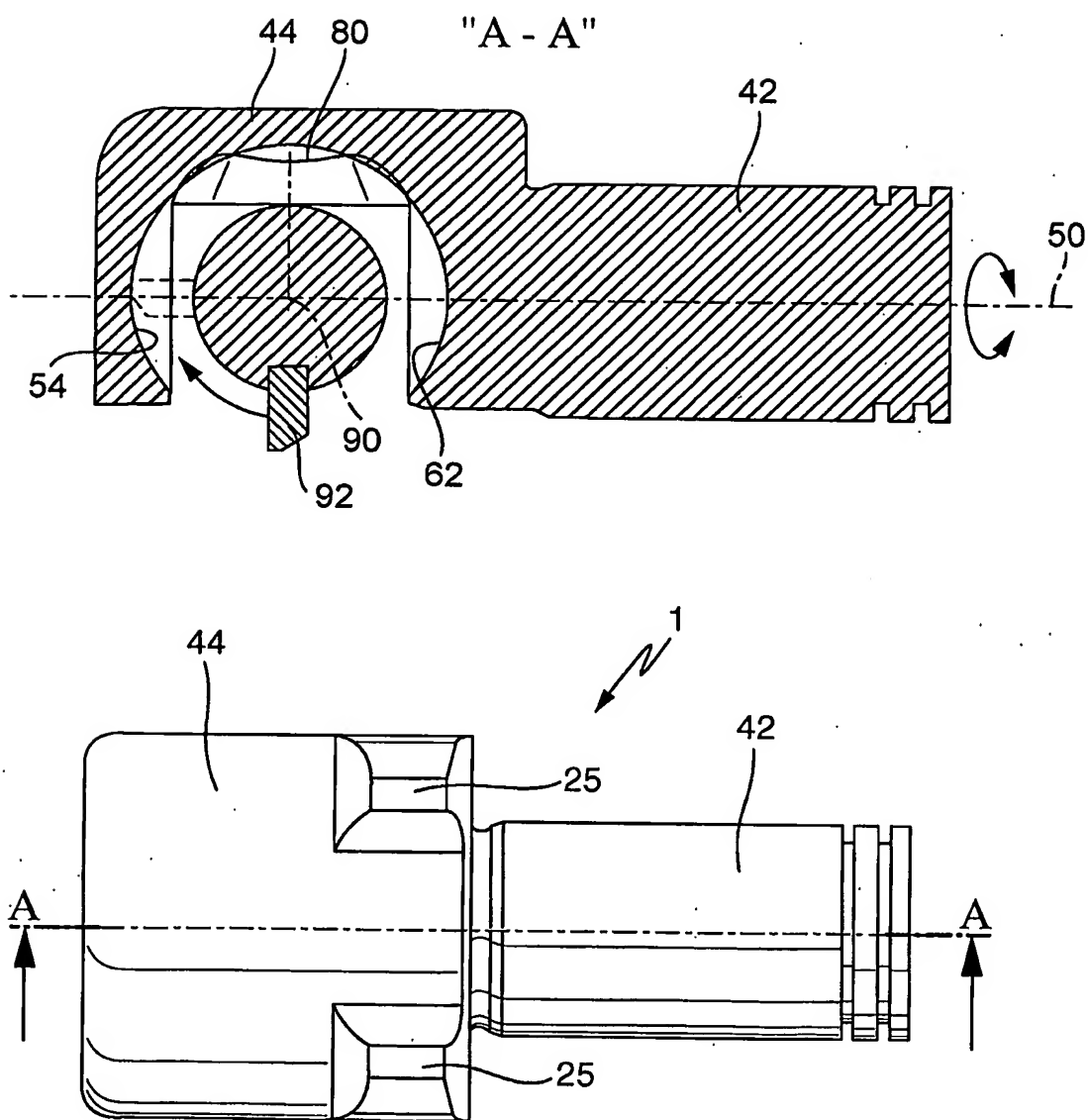


Fig. 10

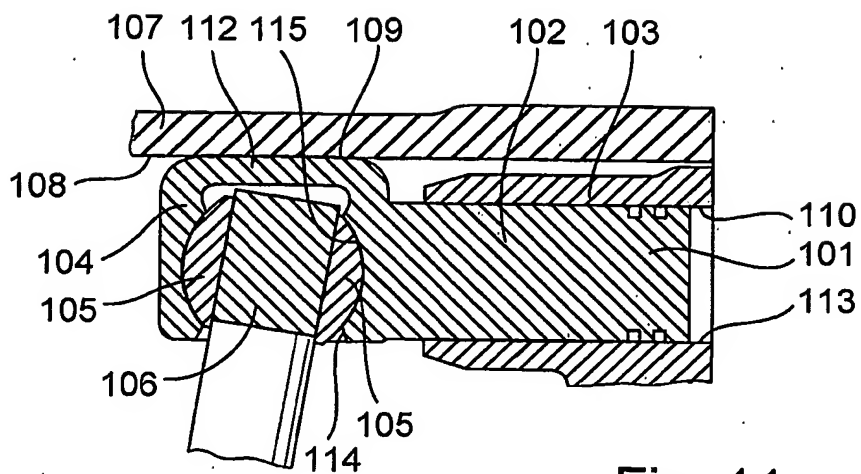


Fig. 11

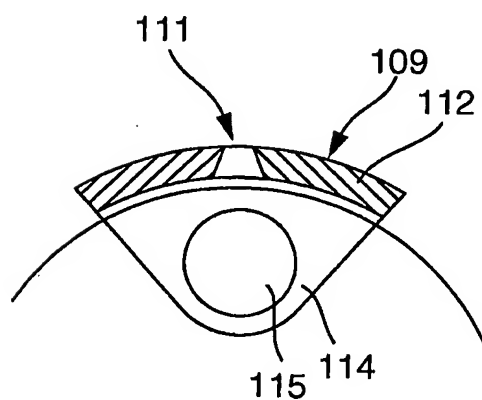


Fig. 12

10/538719

9/10

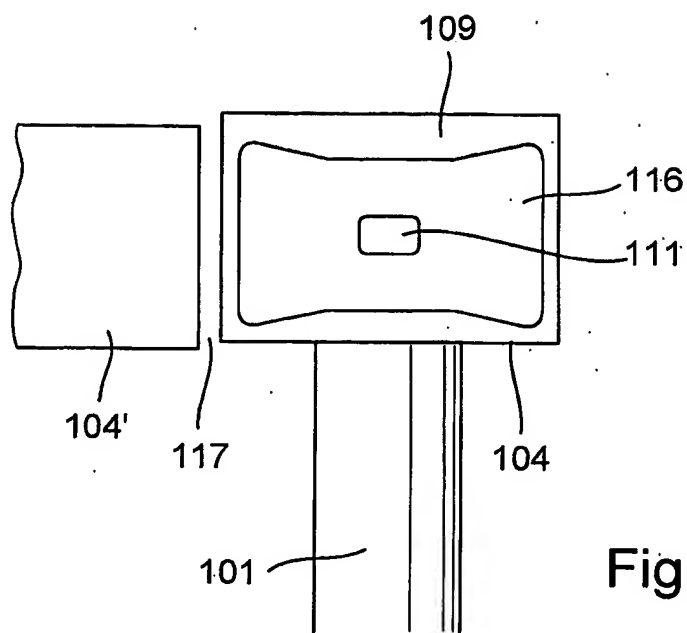


Fig. 13

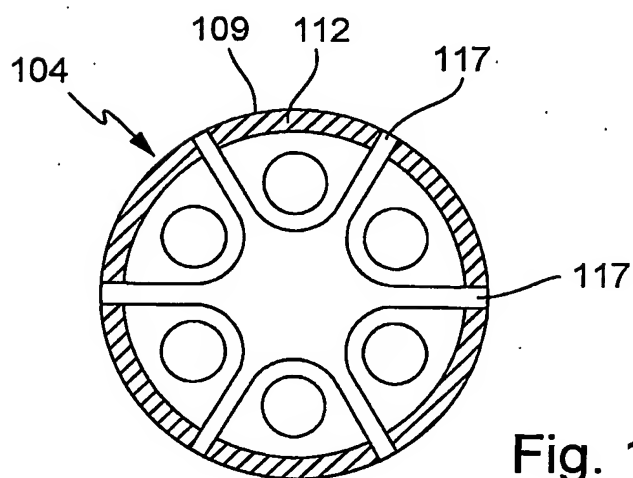


Fig. 14

10/10

10/538719

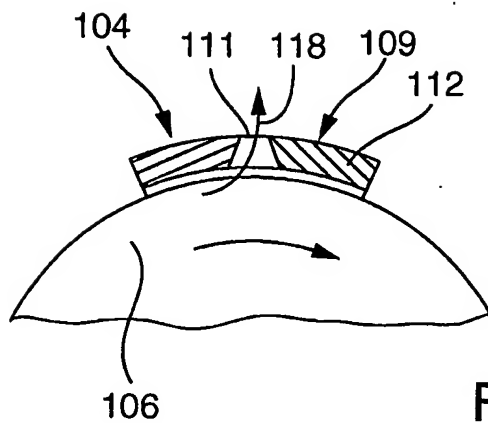


Fig. 15

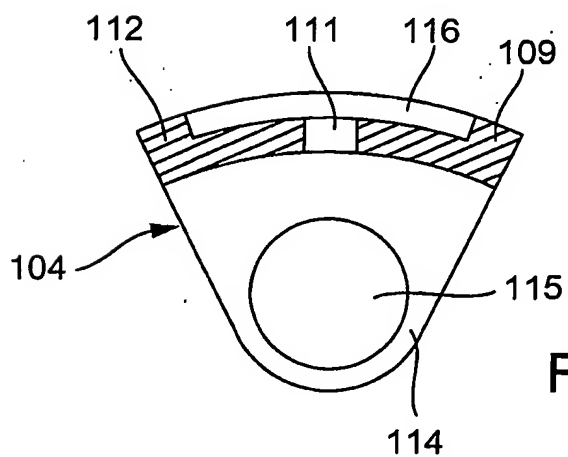


Fig. 16

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
1. Juli 2004 (01.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
**WO 2004/055370 A3**

(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F04B 27/08

CO. KG [DE/DE]; Georg-Schaeffler-Strasse 3, 61352  
Bad Homburg v.d.H. (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/014150

(72) Erfinder; und

(22) Internationales Anmeldedatum:  
12. Dezember 2003 (12.12.2003)

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): SEIPEL, Volker  
[DE/DE]; Darmstädter Strasse 49 a, 64404 Bickenbach  
(DE). PARSCH, Willi [DE/DE]; Ernsthöfer Strasse 70,  
64342 Seeheim (DE). WEBER, Georg [DE/DE]; Im  
Kammereck 49 A, 63329 Egelsbach (DE). BARTH, Peter  
[DE/DE]; Kronenstrasse 11 a, 33602 Bielefeld (DE).  
WITTKOPF, Henry [DE/DE]; Ernst-Zielinski-Strasse  
23, 07745 Jena (DE). KUHN, Peter [DE/DE]; Prakes-  
strasse 61, 69469 Weinheim (DE).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 58 311.0 13. Dezember 2002 (13.12.2002) DE

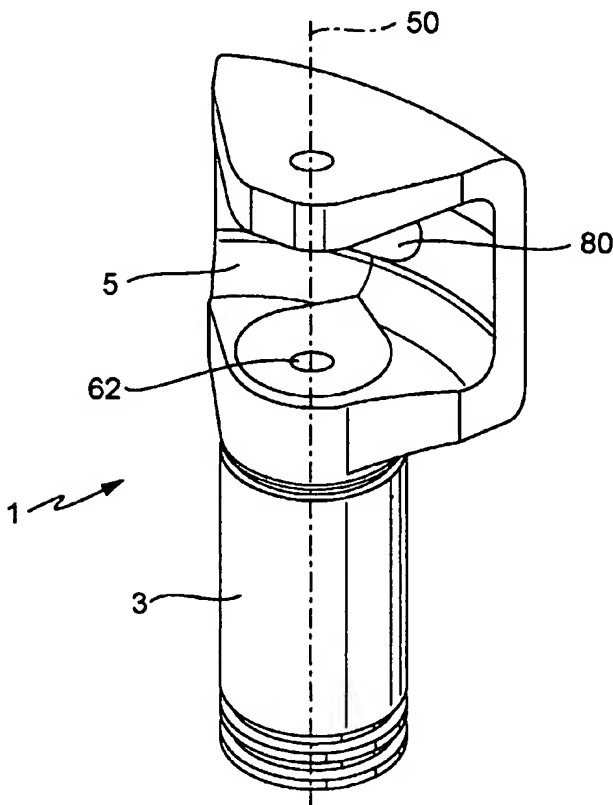
(74) Anwalt: DUSCHL, Edgar; Luk Lamellen Und Kup-  
plungsbau Beteiligungs KG, Industriestrasse 3, 77815  
Bühl (DE).

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US*): LUK FAHRZEUG-HYDRAULIK GMBH &

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: AXIAL PISTON MACHINE

(54) Bezeichnung: AXIALKOLBENMASCHINE



(57) Abstract: The invention relates to an axial piston machine, in particular, an air-conditioning compressor for motor vehicles, with at least one piston (1, 40, 101), an essentially cylindrical piston shaft (3, 42, 102) and an enclosure (5, 44, 104), which encloses a tilt ring (82) or a tilt disc (106) and a piston slipper (105) sliding on said tilt ring (82) or said tilt disc (106), whereby the enclosure (5, 44, 104) has spherical recesses (15, 17, 54, 62) for housing the piston slipper (105).

(57) Zusammenfassung: Axialkolbenmaschine, insbesondere Klimakompressor für Kraftfahrzeuge, mit mindestens einem Kolben (1, 40, 101) mit einem im Wesentlichen zylinderförmigen Kolbenschaft (3, 42, 102) und mit einem Umgriff (5, 44, 104), welcher einen Schwenkring (82) oder eine Schwenkscheibe (106) und auf diesem Schwenkring (82) oder dieser Schwenkscheibe (106) gleitende Kolbenschuhe (105) umgreift, wobei der Umgriff (5, 44, 104) auf der Kolbenschaftseite und auf der gegenüberliegenden Seite kugelkalottenförmige Vertiefungen (15, 17, 54, 62) zur Aufnahme der Kolbenschuhe (105) aufweist.

WO 2004/055370 A3



(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT (Gebrauchsmuster), AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ (Gebrauchsmuster), CZ, DE (Gebrauchsmuster), DE, DK (Gebrauchsmuster), DK, DM, DZ, EC, EE (Gebrauchsmuster), EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SK (Gebrauchsmuster), SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL,

PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht:**

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(88) **Veröffentlichungsdatum des internationalen  
Recherchenberichts:**

19. August 2004

*Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.*

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 03/14150

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 F04B27/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EP0-Internal, PAJ

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 199 44 476 A (SANDEN CORP) 23 March 2000 (2000-03-23)	1-9
Y	abstract; figures 1,2,6,7 column 4, line 26 - column 5, line 11	10
Y	US 5 851 320 A (AURAN LARS ET AL) 22 December 1998 (1998-12-22) abstract	10
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 346 (M-1437), 30 June 1993 (1993-06-30) & JP 05 044641 A (TOYOTA AUTOM LOOM WORKS LTD), 23 February 1993 (1993-02-23) abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

\*a\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 April 2004

Date of mailing of the international search report

16 JUNE 2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 6818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Pinna, S



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP 03/14150

## Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
  
2. ☐ Claims Nos.:  
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
  
3. ☐ Claims Nos.:  
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

## Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

**see continuation sheet**

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
  
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-10

### Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.  
☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, namely:

1. Claims: 1-10

Axial piston machine, in particular air-conditioning compressor for motor vehicles, with at least one piston having a substantially cylindrical piston shaft and with a surround which surrounds a tilt ring or a tilt disc and piston shoes which slide on said tilt ring or tilt disc, the surround, on the piston shaft side and on the opposite side thereto, having recesses in the form of universal ball joints for receiving the piston shoes, and the side of the surround that is opposite the piston shaft having an opening.

2. Claims: 11-17

Axial piston machine, in particular air-conditioning compressor for motor vehicles, with at least one piston having a substantially cylindrical piston shaft and with a surround which surrounds a tilt ring or a tilt disc and piston shoes which slide on said tilt ring or tilt disc, the surround, on the piston shaft side and on the opposite side thereto, having recesses in the form of universal ball joints for receiving the piston shoes, and a first spherical recess being arranged inside the bridge of the surround, that is, in the inner radial region of the piston surround.

3. Claims: 18-25

Axial piston machine, in particular air-conditioning compressor for motor vehicles, with at least one piston having a substantially cylindrical piston shaft and with a surround which surrounds a tilt ring or a tilt disc and piston shoes which slide on said tilt ring or tilt disc, the surround, on the piston shaft side and on the opposite side thereto, having recesses in the form of universal ball joints for receiving the piston shoes, and the substantially cylindrical piston shaft and the surround constituting two individual elements which can be put together to form the piston.

4. Claims: 26-29

Axial piston machine, in particular air-conditioning compressor for motor vehicles, with at least one piston having a substantially cylindrical piston shaft and with a surround which surrounds a tilt ring or a tilt disc and piston shoes which slide on said tilt ring or tilt disc, the surround, on the piston shaft side and on the opposite side thereto, having recesses in the form of universal ball joints for receiving the piston shoes, and the outside of the surround, which is a sliding surface, having at least one opening towards the inner radial region of the surround, said opening facing the tilt disc or tilt ring.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 03/14150

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19944476	A	23-03-2000	JP 2000097149 A	04-04-2000
			DE 19944476 A1	23-03-2000
			FR 2783573 A1	24-03-2000
			US 6321635 B1	27-11-2001
-----				
US 5851320	A	22-12-1998	AU 1541297 A	01-08-1997
			WO 9725449 A1	17-07-1997
-----				
JP 05044641	A	23-02-1993	JP 2990877 B2	13-12-1999
-----				